

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

07.01.2005
JP04/17212

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 1 4 日
Date of Application:

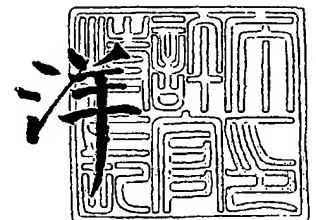
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 8 5 6 0 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 8 5 6 0 8]

出 願 人 日 本 精 工 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 2 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 203279
【提出日】 平成15年11月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F16C 33/66
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内
 【氏名】 植田 徹
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内
 【氏名】 植田 光司
【特許出願人】
 【識別番号】 000004204
 【氏名又は名称】 日本精工株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100066980
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 森 哲也
【選任した代理人】
 【識別番号】 100075579
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 嘉昭
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103850
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-330126
 【出願日】 平成15年 9月22日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001638
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0205105

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

外輪の内周面に形成された外輪軌道面の粗さを内輪の外周面に形成された内輪軌道面の粗さより粗くした自動調心ころ軸受において、

前記外輪の幅を B 、前記外輪の両端面からの距離を b_1 、 b_2 としたとき、前記外輪軌道面の平均粗さ R_a が $b_1 / (B / 2) \leq 0.9$ 、 $b_2 / (B / 2) \leq 0.9$ の領域で軸方向及び円周方向にて $0.1 \mu\text{m} \leq R_a \leq 0.5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする自動調心ころ軸受。

【請求項 2】

請求項 1 記載の自動調心ころ軸受において、前記外輪軌道面の平均粗さ R_a が $0.1\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ の測定範囲内で $0.1 \mu\text{m} \leq R_a \leq 0.5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする自動調心ころ軸受。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の自動調心ころ軸受において、前記外輪軌道面の粗さを示す粗さ曲線の基準長さを l 、前記粗さ曲線の隣り合う山間の間隔を S_i としたとき、

【数 1】

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

で定義される粗さパラメータ S を $0 < S \leq 20 \mu\text{m}$ としたことを特徴とする自動調心ころ軸受。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の自動調心ころ軸受において、前記外輪軌道面が砥石の回転軸を外輪の中心軸と平行にして研削加工された後、粗さの大きい砥石を外輪の軸方向に揺動させて超仕上げ加工されていることを特徴とする自動調心ころ軸受。

【書類名】明細書

【発明の名称】自動調心ころ軸受

【技術分野】

【0001】

本発明は自動調心ころ軸受に係り、特に、外輪の内周面に形成された外輪軌道面の粗さを内輪の外周面に形成された内輪軌道面の粗さより粗くした自動調心ころ軸受の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

製紙機械、工作機械、鉄鋼機械、車両用エンジン等の各種の産業機械では、ロールや回転軸等を支持する軸受として、自動調心ころ軸受が使用されている。この自動調心ころ軸受は、取付け誤差や衝撃荷重などにより軌道輪が傾いても軌道輪に対するころの接触状態がほとんど変化しないため、異常荷重の発生を防止できると共にラジアル負荷能力を大きく確保できるという利点を有している。しかし、このような自動調心ころ軸受のころに負のスキューが生じると、アキシャル荷重を増幅させ、軸受寿命を低下させるという理由で、例えば下記文献1に記載のものでは、ころの負のスキューを抑制するために、外輪軌道面の粗さを内輪軌道面の粗さより粗くしている。

【特許文献1】特公昭57-61933号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、外輪軌道面の粗さを内輪軌道面の粗さより単に粗くしただけでは、ころを軸受の内側に傾かせる負のスキューが生じてアキシャル荷重を増大させたり、負のスキューが抑制されても軸受寿命を短くしたりする場合があります。スキューコントロールが軸受寿命の延長に決定的な効果があるとは言い難い。また、外輪軌道面の粗さを粗くし過ぎると、油膜厚さに比べて外輪軌道面の凹凸が大きくなるため、潤滑の状態が悪化し、逆に短寿命となり易い。

本発明は上記の点に着目してなされたもので、ピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑制して寿命の延長を図ることのできる自動調心ころ軸受を提供することを課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決するために、請求項1の発明は、外輪の内周面に形成された外輪軌道面の粗さを内輪の外周面に形成された内輪軌道面の粗さより粗くした自動調心ころ軸受において、前記外輪の幅をB、前記外輪の両端面からの距離を b_1 、 b_2 としたとき、前記外輪軌道面の平均粗さRaが $b_1 / (B/2) \leq 0.9$ 、 $b_2 / (B/2) \leq 0.9$ の領域で軸方向及び円周方向にて $0.1 \mu m \leq Ra \leq 0.5 \mu m$ であることを特徴とするものである。

また、請求項2の発明は、請求項1記載の自動調心ころ軸受において、前記外輪軌道面の平均粗さRaが $0.1 mm \sim 1.0 mm$ の測定範囲内で $0.1 \mu m \leq Ra \leq 0.5 \mu m$ であることを特徴とするものである。

また、請求項3の発明は、請求項1又は2記載の自動調心ころ軸受において、前記外輪軌道面の粗さを示す粗さ曲線の基準長さを1、前記粗さ曲線の隣り合う山間の間隔を S_i としたとき、

【0005】

【数2】

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i \quad \dots \dots (1)$$

【0006】

で定義される粗さパラメータ S を $0 < S \leq 20 \mu\text{m}$ としたことを特徴とするものである。

請求項 4 の発明は、請求項 1～3 のいずれかに記載の自動調心ころ軸受において、前記外輪軌道面が砥石の回転軸を外輪の中心軸と平行にして研削加工された後、粗さの大きい砥石を外輪の軸方向に揺動させて超仕上げ加工されていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0007】

請求項 1 及び 2 に係る発明に係る自動調心ころ軸受によれば、ころと接触する外輪軌道面の全領域において局所的な粗さのばらつきが少なくなり、ころに対する外輪軌道面の摩擦係数が安定して増大するので、ころの自転滑りが抑制され、ピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑えて寿命の延長を図ることができる。

また、請求項 3 に係る発明では、外輪軌道面の粗さパラメータ S を $0 < S \leq 20 \mu\text{m}$ としたことで、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数が増大し、ころの滑りが抑制されるので、ピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑制して自動調心ころ軸受の長寿命化を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係る自動調心ころ軸受の軸方向断面図である。同図において、本発明の一実施形態に係る自動調心ころ軸受 10 は内輪 11 を備えており、この内輪 11 の外周面には、円弧状の内輪軌道面 12 a、12 b が内輪 11 の円周方向に沿って形成されている。また、自動調心ころ軸受 10 は外輪 13 を備えており、この外輪 13 の内周面には、円弧状の外輪軌道面 14 が外輪 13 の円周方向に沿って形成されている。

【0009】

内輪軌道面 12 a、12 b 及び外輪軌道面 14 は互いに対向しており、内輪軌道面 12 a と外輪軌道面 14 及び内輪軌道面 12 b と外輪軌道面 14 との間には、複数個のころ 15 が設けられている。これらのころ 15 は保持器 16 に保持されており、その周面部は内輪軌道面 12 a、12 b 及び外輪軌道面 14 とほぼ同じ曲率半径で円弧状に形成されている。

【0010】

外輪軌道面 14 は、その粗さが内輪軌道面 12 a、12 b の粗さ（通常は $0.05 \mu\text{m} \sim 0.15 \mu\text{m}$ ）より粗くなっている。さらに、外輪軌道面 14 は図示しない砥石の回転軸を外輪 13 の中心軸と平行にして研削加工された後、粗さの大きい砥石を外輪 13 の軸方向に揺動させて超仕上げ加工されており、その軸方向及び円周方向の平均粗さ R_a は、外輪 13 の幅を B 、外輪 13 の両端面からの距離を b_1 、 b_2 としたとき、 $b_1 / (B/2) \leq 0.9$ 、 $b_2 / (B/2) \leq 0.9$ の領域で且つ $0.1\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ の測定範囲内で $0.1 \mu\text{m} \leq R_a \leq 0.5 \mu\text{m}$ となっている。

【0011】

このように、外輪軌道面 14 の軸方向及び円周方向の平均粗さ R_a を $b_1 / (B/2) \leq 0.9$ 、 $b_2 / (B/2) \leq 0.9$ の領域で且つ $0.1\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ の測定範囲内で $0.1 \mu\text{m} \leq R_a \leq 0.5 \mu\text{m}$ に設定すると、ころ 15 と接触する外輪軌道面 14 の全領域において局所的な粗さのばらつきが少なくなり、ころ 15 に対する外輪軌道面 14 の摩擦係数が安定して増大するので、ピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑制して寿命の延長を図ることができる。

【0012】

また、上述した実施形態では砥石の回転軸を外輪 13 の中心軸と平行にして外輪軌道面 14 を研削加工した後、粗さの大きい砥石を外輪 13 の軸方向に揺動させて外輪軌道面 14 を超仕上げ加工したことで、外輪軌道面 14 に生じる研削痕が図 2 (c) のように網目模様となる。これにより、粗さのばらつきが少ない外輪軌道面となるので、自動調心ころ軸受の寿命をより効果的に延ばすことができる。

【0013】

外輪軌道面の研削方法としては、通常、砥石の回転軸を外輪の中心軸と平行にして研削加工する方法（以下「ストレート研削」という）と、外輪の幅より大きな直径を有するカップ状砥石を用いて研削加工する方法（以下「カップ砥石研削」という）とがある。このうち、ストレート研削は、外輪軌道面に生じる研削痕が図 2（a）のように外輪の円周方向に対して平行な直線状の模様となる。このため、外輪軌道面の粗さを外輪の軸方向に沿って測定すると、外輪の円周方向に沿って測定した場合と比較して測定値が大きくなるが、外輪軌道面をころが転動するときには発生する摩擦力は外輪の円周方向に作用するため、外輪の軸方向に沿って測定した場合の外輪軌道面の粗さは、外輪の円周方向に沿って測定した場合の粗さと比較して摩擦係数を増加させる効果が小さい。また、外輪の軸方向に沿って測定したときの平均粗さ R_a が大きい場合には摩擦係数を増加させる効果はあるが、平均粗さ R_a が大きすぎる場合には油膜厚さに対する外輪軌道面の凹凸が大きくなり、潤滑の状態が悪化して短寿命となり易い。

【0014】

一方、カップ砥石研削は、カップ状砥石の回転軸を外輪の中心軸に対して垂直にして研削加工する方法であるため、外輪軌道面に生じる研削痕が図 2（b）のように外輪の中央部を頂点とする曲線状の模様となる。このため、外輪軌道面の粗さを外輪の軸方向に沿って測定すると、外輪軌道面の端部では研削痕が軸方向や円周方向に対して傾きを持つため、外輪の円周方向に沿って測定した場合と同様に平均粗さ R_a が大きくなる。また、カップ砥石研削の場合は研削痕が外輪軌道面の端部付近で交差するため、摩擦係数を一層高めることができるが、外輪軌道面の中央部付近では研削痕が外輪の軸方向に対してほぼ平行となる。このため、外輪の円周方向に沿って測定したときの平均粗さ R_a は大きくなるが、外輪の軸方向に沿って測定したときの平均粗さ R_a はそれほど大きくならない。ストレート研削と比較してカップ砥石研削のほうが外輪円周方向の摩擦係数を大きくして自転滑りを抑制することができるが、外輪軌道面をカップ状砥石で研削した場合、外輪軌道面の中央部付近の摩擦係数が端部付近の摩擦係数と比較して小さくなる。このため、外輪軌道面の位置によって摩擦係数が変化し、ころの転がり運動が不安定になる。

【0015】

これに対して、本実施形態のように、砥石の回転軸を外輪の中心軸と平行にして外輪軌道面を研削加工した後、粗さの大きい砥石を外輪の軸方向に揺動させて外輪軌道面を超仕上げ加工すると、外輪軌道面に生じる研削痕が図 2（c）のように網目模様となり、粗さのばらつきが少ない外輪軌道面となるので、自動調心ころ軸受の寿命をより効果的に延ばすことができる。

【0016】

上述した効果を確認するために、本発明者らは、回転数：1500 min^{-1} 、試験荷重：45217N、潤滑条件：RO68の試験条件で自動調心ころ軸受の寿命試験を行った。また、本発明者らは、下記の測定条件 1～3 にて外輪軌道面の平均粗さ R_a を寿命試験の前に測定した。なお、寿命試験は寿命比 26.3 で打ち切りとした。

測定条件 1……測定範囲：1=15mm、測定方向：外輪軸方向、測定箇所：外輪軌道面全体

測定条件 2……測定範囲：1=0.5mm、測定方向：外輪軸方向、測定箇所： $b_1 / (B / 2) = 0.7$

測定条件 3……測定範囲：1=0.5mm、測定方向：外輪円周方向、測定箇所： $b_1 / (B / 2) = 0.4$

上述した寿命試験の試験結果と平均粗さの測定結果を表 1 に示す。

【0017】

【表 1】

	粗さ形状 模式図	外輪の平均粗さ $Ra(\mu m)$			寿命比
		測定条件1 測定範囲 $l=15mm$ 測定方向: 外輪軸方向 測定箇所: 外輪幅ほぼ全体	測定条件2 測定範囲 $l=0.5mm$ 測定方向: 外輪軸方向 測定箇所: $b1/(B/2)=0.7$	測定条件3 測定範囲 $l=0.5mm$ 測定方向: 外輪円周方向 測定箇所: $b1/(B/2)=0.4$	
TB1	実施例	0.392	0.408	0.375	18.9
TB2	実施例	0.314	0.323	0.305	23.4
TB3	実施例	0.370	0.351	0.389	26.3→
TB4	実施例	0.326	0.339	0.312	26.3→
TB5	実施例	0.321	0.311	0.330	26.3→
TB6	実施例	0.311	0.344	0.341	26.3→
TB7	実施例	0.324	0.332	0.316	26.3→
TB8	比較例	0.340	0.321	0.093	10.0
TB9	比較例	0.345	0.335	0.047	10.1
TB10	比較例	0.350	0.340	0.060	5.7
TB11	比較例	0.334	0.371	0.070	1.0
TB12	比較例	0.300	0.366	0.050	3.5
TB13	比較例	0.307	0.382	0.097	4.6
TB14	比較例	0.351	0.089	0.358	6.8
TB15	比較例	0.283	0.052	0.283	6.8
TB16	比較例	0.358	0.056	0.358	4.2
TB17	比較例	0.255	0.061	0.255	6.8
TB18	比較例	0.361	0.068	0.361	8.1
TB19	比較例	0.341	0.075	0.341	13.6
TB20	実施例	0.127	0.133	0.104	16.4
TB21	実施例	0.476	0.487	0.480	15.5
TB22	比較例	0.060	0.092	0.083	4.0
TB23	比較例	0.512	0.547	0.524	3.2

*) → ははく離せず試験を中断した軸受を示す
 **) 色塗り部分は本発明の $0.1 \leq Ra \leq 0.5$ に含まれない部分を示す

【0018】

表1において、TB1～TB7及びTB20～TB23は外輪軌道面を図2(c)の方法で加工した試験軸受、TB8～TB13は外輪軌道面を図2(a)のストレート研削で加工した試験軸受、TB14～TB19は外輪軌道面を図2(b)のカップ砥石研削で加工した試験

軸受をそれぞれ示している。なお、試験軸受としては、日本精工（株）製自動調心ころ軸受（型番22211、外径：100mm、内径：55mm、幅：25mm）を使用した。

【0019】

外輪軌道面の平均粗さを測定条件1で測定すると、表1に示すように、試験軸受TB1～TB19は平均粗さがほぼ同じ値を示しているが、試験軸受TB8～TB19の寿命比（試験軸受TB11の寿命を1としたときの寿命比）は、試験軸受TB1～TB7の寿命比と比較して小さい値を示している。また、外輪軌道面の平均粗さを測定条件2で測定すると、試験軸受TB1～TB13は平均粗さがほぼ同じ値を示しているが、試験軸受TB8～TB13の寿命比は、試験軸受TB1～TB7の寿命比と比較して小さい値を示している。そして、外輪軌道面の平均粗さを測定条件3で測定すると、試験軸受TB1～TB7、TB14～TB19は平均粗さがほぼ同じ値を示しているが、試験軸受TB14～TB19の寿命比は、試験軸受TB1～TB7の寿命比と比較して小さい値を示している。このことから、試験軸受TB1～TB19のうち試験軸受TB1～TB7は、試験軸受TB8～TB19と比較して寿命の長い自動調心ころ軸受であることがわかる。

【0020】

試験軸受TB20と試験軸受TB22とを比較すると、試験軸受TB20はその平均粗さが試験軸受TB22とほぼ同じ値（ $0.1\mu\text{m}$ 前後）を示しているが、試験軸受TB22の寿命比は、試験軸受TB20の寿命比と比較して小さい値を示している。このことから、外輪軌道面の平均粗さが $0.1\mu\text{m}$ より小さくなると、自動調心ころ軸受の寿命が短くなることがわかる。

【0021】

試験軸受TB21と試験軸受TB23とを比較すると、試験軸受TB21はその平均粗さが試験軸受TB23とほぼ同じ値（ $0.5\mu\text{m}$ 前後）を示しているが、試験軸受TB23の寿命比は、試験軸受TB21の寿命比と比較して小さい値を示している。このことから、外輪軌道面の平均粗さが $0.5\mu\text{m}$ を超えると、自動調心ころ軸受の寿命が短くなることがわかる。

図3は、試験軸受TB1～TB23の平均粗さと寿命比との関係を示す図である。同図において、(a)は測定条件2で外輪軌道面の粗さを測定したときの平均粗さと寿命比との関係を示し、(b)は測定条件3で外輪軌道面の粗さを測定したときの平均粗さと寿命比との関係を示している。

【0022】

図3から明らかなように、試験軸受TB1～TB23のうち試験軸受TB1～TB7、TB20及びTB21は、 $b_1/(B/2)=0.7$ および $b_1/(B/2)=0.4$ の領域で平均粗さ R_a が $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲内にあるが、試験軸受TB8～TB19、TB22及びTB23は、 $b_1/(B/2)=0.7$ および $b_1/(B/2)=0.4$ の領域で平均粗さ R_a が $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲から外れていることがわかる。なお、今回の粗さ測定で測定領域を $b_1/(B/2)=0.7$ 、 $b_1/(B/2)=0.4$ とした理由は、自動調心ころ軸受がラジアル荷重を受ける場合に最大面圧が加わる位置の近傍が $b_1/(B/2)=0.4$ であり、内輪ところがアキシャル荷重やモーメント荷重を受けて傾斜した場合に最大面圧が加わると考えられる位置の近傍が $b_1/(B/2)=0.7$ であるからである。

【0023】

試験軸受TB1の外輪軌道面の粗さを $b_1/(B/2)=0.1\sim 0.9$ 、測定範囲 $l=0.5\text{mm}$ の条件で測定したときの測定結果を図4に示す。同図において、◆は外輪軸方向の粗さを示し、■は外輪円周方向の粗さを示している。

図4に示すように、 $0.1\leq b_1/(B/2)\leq 0.9$ の測定条件で外輪軌道面の粗さを測定すると、外輪軌道面の軸方向及び円周方向の平均粗さ R_a が $0.1\mu\text{m}\leq R_a\leq 0.5\mu\text{m}$ の範囲内にあることがわかる。

図5は、試験軸受TB1～TB23の円周方向粗さと軸方向粗さとの関係を示す図である。同図に示されるように、試験軸受TB1～TB23のうち試験軸受TB1～TB7、TB20及びTB21はその平均粗さが軸方向と円周方向の両方向において $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲内にあるが、試験軸受TB8～TB19、TB22及びTB23はその平均粗さが軸方向と円

周方向の両方向において $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲から外れている。

【0024】

以上のことから、外輪軌道面の軸方向及び円周方向の平均粗さ R_a を $b_1/(B/2)\leq 0.9$ 、 $b_1/(B/2)\leq 0.9$ の領域で且つ $0.1\text{mm}\sim 1.0\text{mm}$ の測定範囲内で $0.1\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ とすることで、ピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑制して寿命の延長を図ることのできる自動調心ころ軸受を得ることができる。

また、本発明者らは自動調心ころ軸受の長寿命化に関して鋭意研究を進めてきた。その結果、ころの自転滑りを抑制する目的で外輪軌道面の粗さを粗くし、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を増加させると、ピーリングが抑制されて自動調心ころ軸受の長寿命化を図れるが、外輪軌道面の粗さ曲線の振幅(縦方向)パラメータである平均粗さ R_a の値を単に大きくして摩擦係数を増加させるだけでは十分でなく、粗さ曲線の間隔(横方向)パラメータである凹凸の間隔を小さくすることが重要であるという知見を得た。

【0025】

具体的には、図6に示すように、外輪軌道面の粗さを示す粗さ曲線Cの基準長さを1、粗さ曲線Cの隣り合う山間の間隔を S_i としたとき、前述した式(1)で定義される粗さパラメータ S を $0<S\leq 20\mu\text{m}$ とすることによって、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数が増大し、ころの滑りが抑制されることでピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑制して自動調心ころ軸受の長寿命化を図るものである。

【0026】

図7は、外輪軌道面の粗さパラメータ S が大きい場合と小さい場合の外輪軌道面ところとの接触状態を模式的に示す図である。同図から明らかなように、外輪軌道面の粗さパラメータ S が小さい場合は、粗さパラメータ S が大きい場合と比較して、ころと接触する外輪軌道面の粗さの山数が多くなる。このため、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数が大きくなり、ころの滑りが抑制される。

【0027】

外輪軌道面の粗さパラメータ S が大きい場合と小さい場合の外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を実際に測定した結果を図8に示す。同図から明らかなように、平均粗さ R_a がほぼ同じであれば、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数は、粗さパラメータ S の小さいほうが大きくなる。なお、図8の摩擦係数比は粗さパラメータ S が大きいほうの摩擦係数を1とした場合の相対値である。

【0028】

図9は、外輪軌道面の平均粗さ R_a を大きくして外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を大きくした場合と外輪軌道面の粗さパラメータ S を小さくして外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を大きくした場合の潤滑状態を模式的に示す図である。同図に示されるように、外輪軌道面の平均粗さ R_a を大きくして外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を大きくした場合は、潤滑状態が悪化し、自動調心ころ軸受の寿命が短くなる。これに対して、外輪軌道面の粗さパラメータ S を小さくして外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を大きくした場合は、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数が大きくなっても油膜厚さに対する粗さの凹凸(油膜パラメータ)が変化しないので、潤滑状態が悪化して自動調心ころ軸受の寿命が短くなることはない。

【0029】

上述した効果を確認するために、本発明者らは、日本精工(株)製自動調心ころ軸受(型番22211、外径:100mm、内径:55mm、幅:25mm)を試験軸受として使用し、回転数:1500 min^{-1} 、試験荷重:45217N、潤滑油:VG68の試験条件で自動調心ころ軸受の寿命試験を行ない、また寿命試験の前に外輪軌道面の平均粗さ R_a と粗さパラメータ S を測定した。

上述した寿命試験の試験結果と平均粗さ R_a 及び粗さパラメータ S の測定結果を表2に示す。

【0030】

【表 2】

	粗さ形状 模式図	外輪の粗さ (μm)										寿命比
		測定位置 A		測定位置 B		測定位置 C		測定位置 A・B・C の平均値				
		S	Ra	S	Ra	S	Ra	S	Ra	S		
TB31 実施例1	図10(b)	6.8	0.260	6.7	0.285	8.1	0.293	7.2	0.279	10.8		
TB32 実施例2	図10(b)	6.5	0.453	6.6	0.420	6.6	0.473	6.6	0.449	13.4		
TB33 実施例3	図10(b)	6.4	0.324	7.0	0.350	6.5	0.340	6.6	0.338	15.0→		
TB34 実施例4	図10(b)	6.9	0.289	6.8	0.299	6.9	0.259	6.9	0.282	15.0→		
TB35 実施例5	図10(b)	8.0	0.326	7.5	0.374	7.6	0.353	7.7	0.351	15.0→		
TB36 実施例6	図10(b)	7.6	0.326	6.9	0.319	6.7	0.331	7.1	0.325	15.0→		
TB37 実施例7	図10(b)	8.4	0.378	8.6	0.356	7.5	0.376	8.2	0.370	15.0→		
TB38 比較例1	図10(a)	21.8	0.315	20.8	0.363	21.9	0.345	21.5	0.341	3.2		
TB39 比較例2	図10(a)	22.6	0.384	23.0	0.361	21.7	0.364	22.4	0.370	3.5		
TB40 比較例3	図10(a)	21.6	0.341	21.7	0.377	22.9	0.389	22.1	0.369	2.4		
TB41 比較例4	図10(a)	21.7	0.344	23.2	0.339	23.7	0.343	22.9	0.342	4.8		
TB42 比較例5	図10(a)	22.9	0.319	21.6	0.375	24.0	0.335	22.8	0.343	1.0		
TB43 比較例6	図10(a)	23.1	0.380	23.5	0.387	21.8	0.314	22.8	0.360	2.5		
TB44 比較例7	図10(a)	21.6	0.307	20.4	0.322	21.5	0.320	21.2	0.316	5.6		
TB45 実施例8	図10(b)	14.7	0.349	14.0	0.392	15.9	0.392	14.9	0.378	12.5		
TB46 実施例9	図10(b)	20.0	0.336	19.2	0.355	18.8	0.366	19.3	0.352	9.3		

*) → ははく離せずに試験を中断した軸受を示す

【0031】

表 2 において、試験軸受 TB31～37 及び 45, 46 は外輪の軌道面が図 10 (b) に示す粗さ模様の試験軸受 (砥石の回転軸を外輪の中心軸と平行にして外輪軌道面を研削した後、

粗さの大きい砥石を外輪の軸方向に揺動させて外輪軌道面を超仕上げ加工した自動調心ころ軸受)を示し、試験軸受 T B 38~44 は外輪の軌道面が図 10 (a) に示す粗さ模様の試験軸受 (砥石の回転軸を外輪の中心軸と平行にして外輪軌道面を研削した後、粗さの大きい砥石を外輪の軸方向に揺動させて外輪軌道面を超仕上げ加工した自動調心ころ軸受)を示している。また、表 2 の平均粗さ R_a と粗さパラメータ S は、図 11 に示す位置で測定した値を示している。なお、図 11 において、測定位置 A 及び C はアキシアル荷重やモーメント荷重を受けて内輪ところが傾斜した場合に最大面圧が加わると考えられる位置、測定位置 B は軸受が純ラジアル荷重を受ける場合に最大面圧となる位置を示している。また、表 2 の寿命比は最も寿命の低かった比較例 5 の値を 1 とし、相対値で表している。寿命試験は寿命比 15.0 で打ち切りとした。

【0032】

表 2 における粗さパラメータ S と寿命比との関係を図 12 に示す。同図に示されるように、実施例 1~9 及び比較例 1~7 は外輪軌道面の平均粗さ R_a が $0.25 \sim 0.40 \mu\text{m}$ の範囲内に入っているが、実施例 1~9 と比較して、比較例 1~7 は短寿命になっている。これは、実施例 1~9 では外輪軌道面の粗さパラメータ S が $20 \mu\text{m}$ であるのに対して、比較例 1 では粗さパラメータ S が $20 \mu\text{m}$ 以上であることが原因である。

【0033】

以上のことから明らかなように、式 (1) で定義される粗さパラメータ S を $0 < S \leq 20 \mu\text{m}$ としたことで、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数が増大し、ころの滑りが抑制されるので、ピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑制して自動調心ころ軸受の長寿命化を図ることができる。外輪の粗さについては $R_a = 0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の範囲で S の値が $20 \mu\text{m}$ 以下であれば良好な結果が得られるが、外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を安定して高く得るためには、円周方向と軸方向の R_a を $R_a = 0.25 \sim 0.4 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。また、 S の下限値であるが、砥石の最小粒径等から判断して、 $S = 0.01 \mu\text{m}$ 程度であると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】本発明の一実施形態に係る自動調心ころ軸受の軸方向断面図である。

【図 2】本発明に係る自動調心ころ軸受の作用を説明するための図である。

【図 3】表 1 に示した試験軸受の平均粗さと寿命比との関係を示す図である。

【図 4】試験軸受の外輪軌道面の粗さを $b_1 / (B/2) = 0.1 \sim 0.9$ 、測定範囲 $l = 0.5\text{mm}$ の条件で測定したときの測定結果を示す図である。

【図 5】試験軸受の円周方向粗さと軸方向粗さとの関係を示す図である。

【図 6】外輪軌道面の粗さパラメータ S を説明するための図である。

【図 7】外輪軌道面の粗さパラメータ S が大きい場合と小さい場合の外輪軌道面ところとの接触状態を模式的に示す図である。

【図 8】外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数の測定値を示す図である。

【図 9】外輪軌道面ところとの接触部における摩擦係数を大きくした場合の潤滑状態を模式的に示す図である。

【図 10】外輪軌道面の粗さ模様を模式的に示す図である。

【図 11】外輪軌道面の平均粗さと粗さパラメータの測定位置を模式的に示す図である。

【図 12】表 2 の粗さパラメータと寿命比との関係を示す図である。

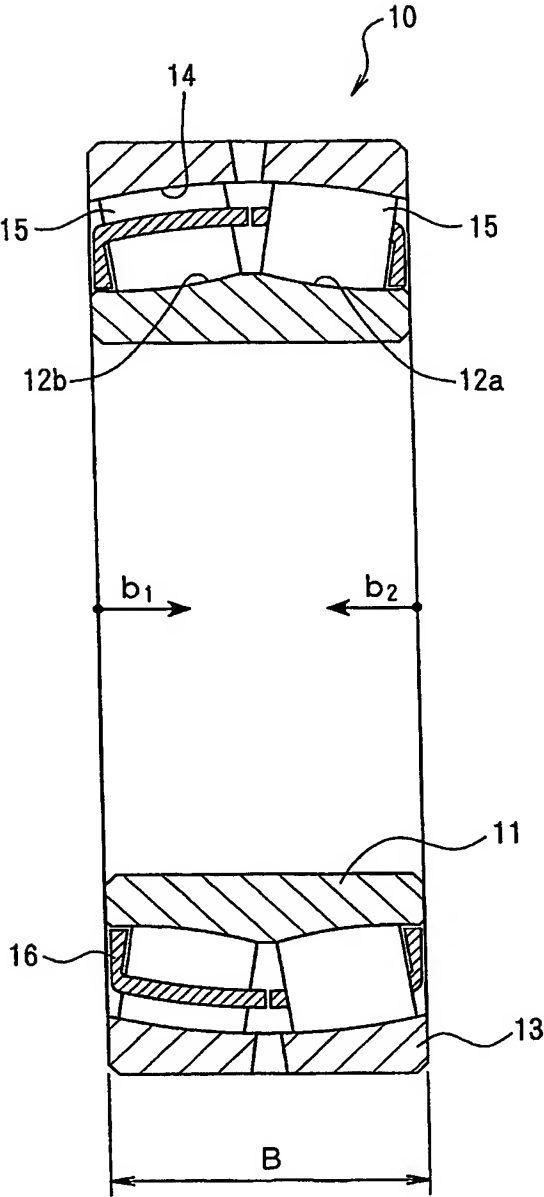
【符号の説明】

【0035】

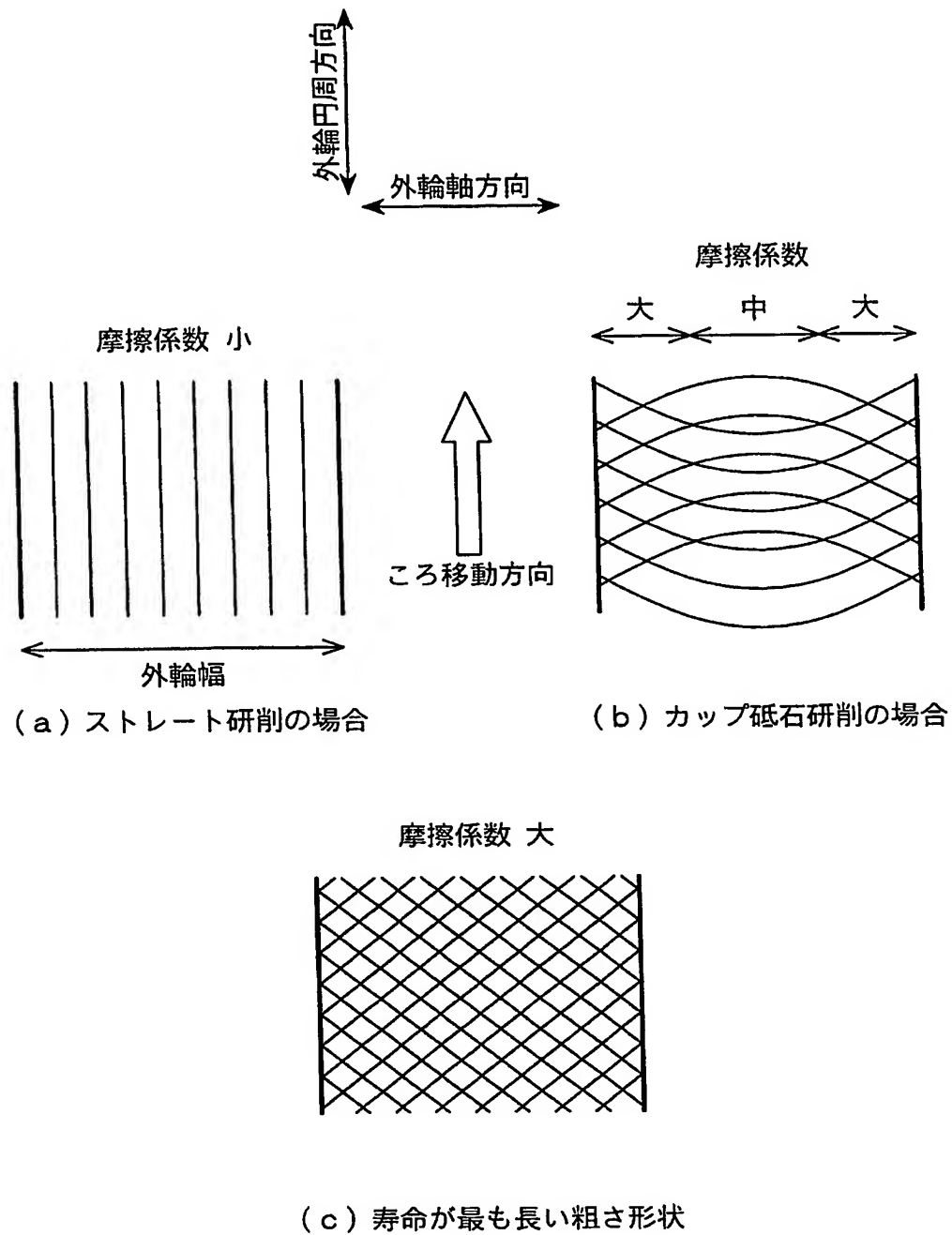
- 10 自動調心ころ軸受
- 11 内輪
- 12a, 12b 内輪軌道面
- 13 外輪
- 14 外輪軌道面

1 5 ころ
1 6 保持器

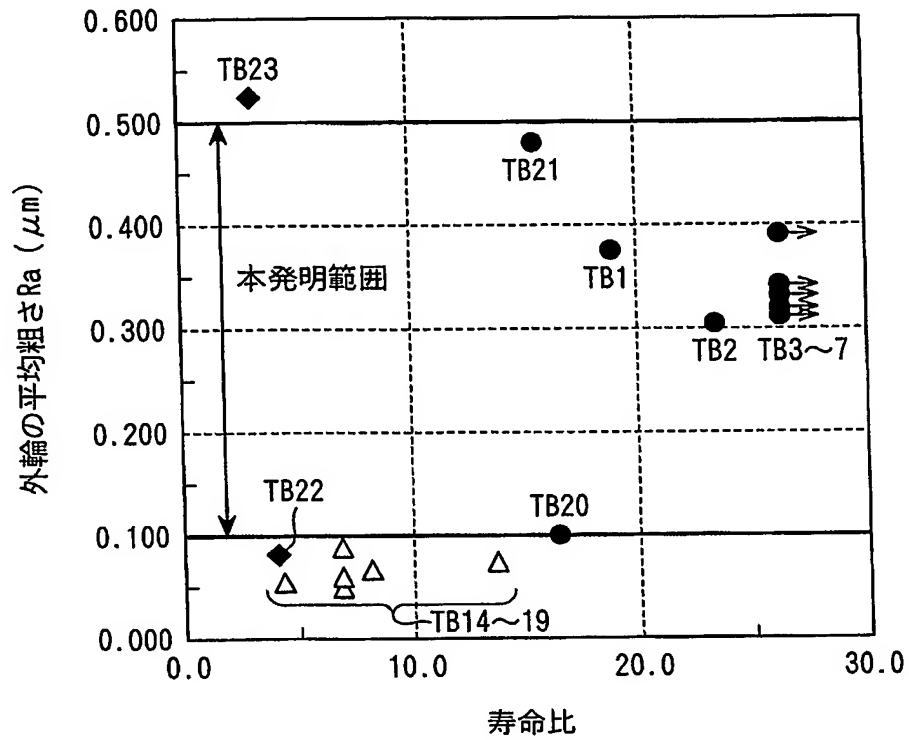
【書類名】 図面
【図 1】



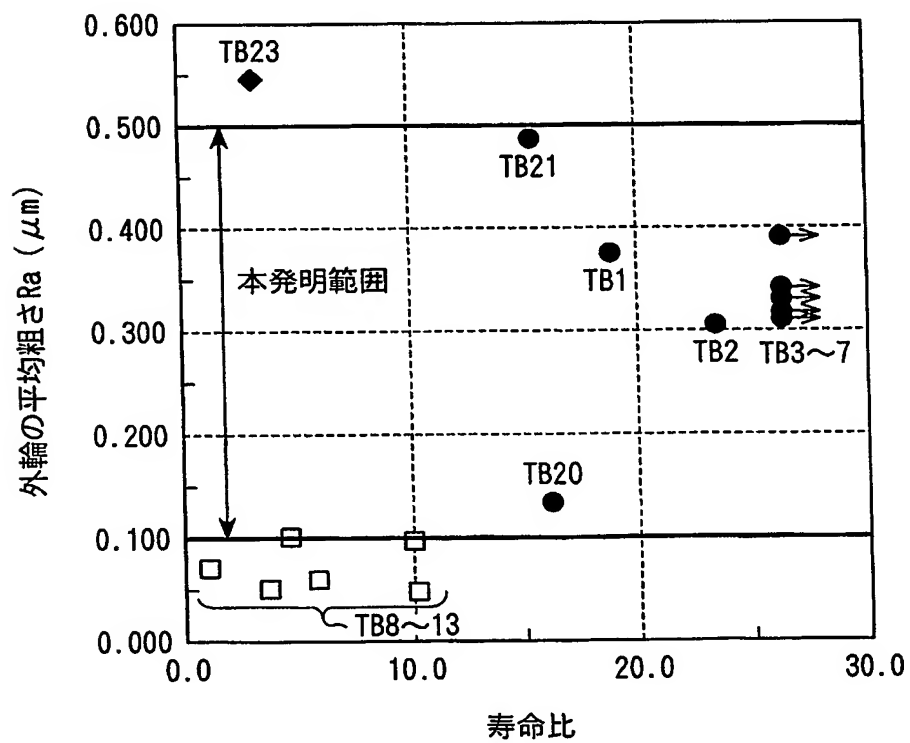
【図 2】



【図 3】

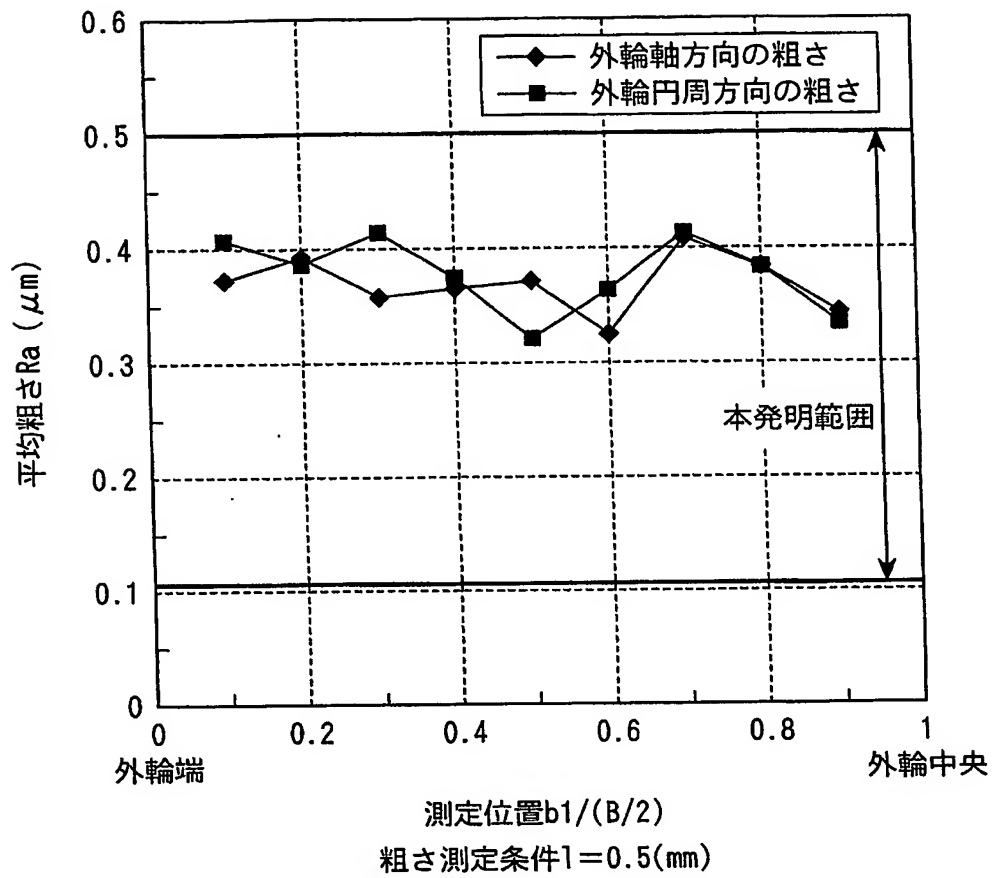


(a)

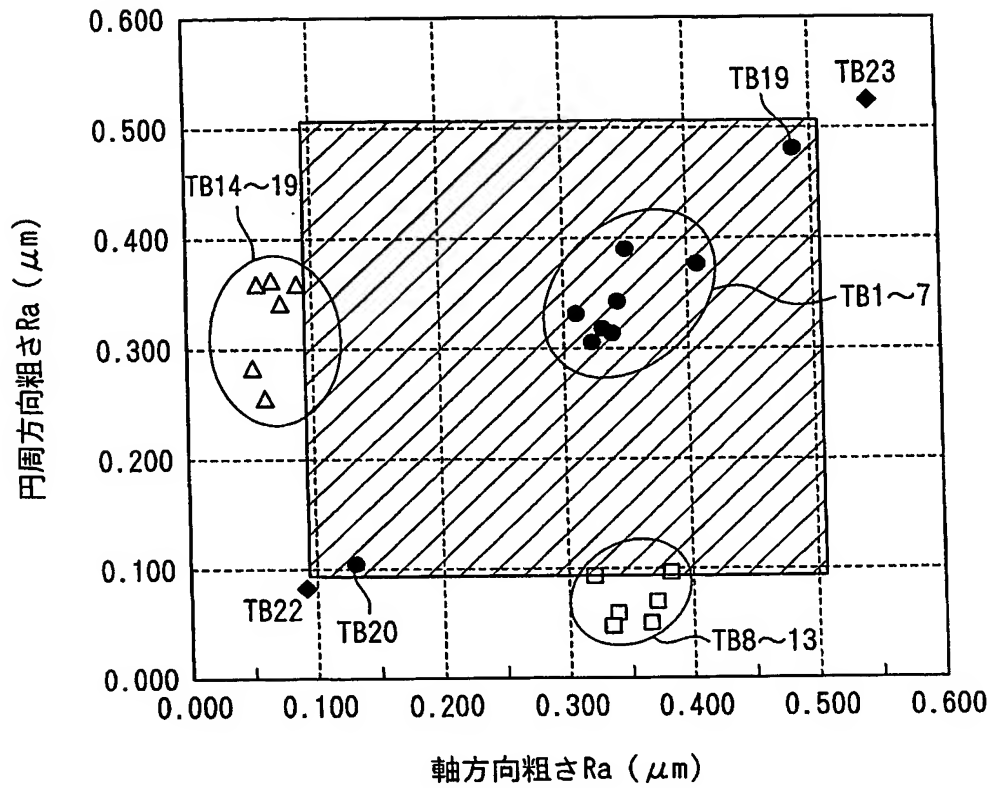


(b)

【図 4】



【図 5】



粗さの測定条件

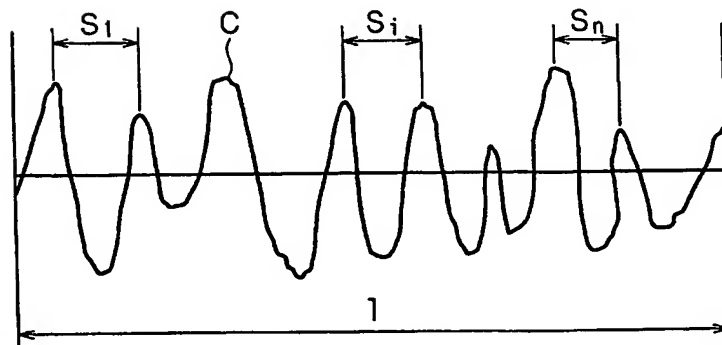
測定範囲 $l = 0.5\text{mm}$

測定箇所 外輪軸方向: $b1(B/2) = 0.7$

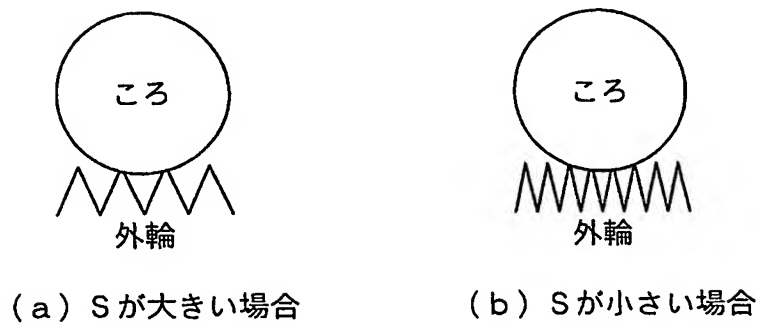
外輪円周方向: $b1(B/2) = 0.4$

【図 6】

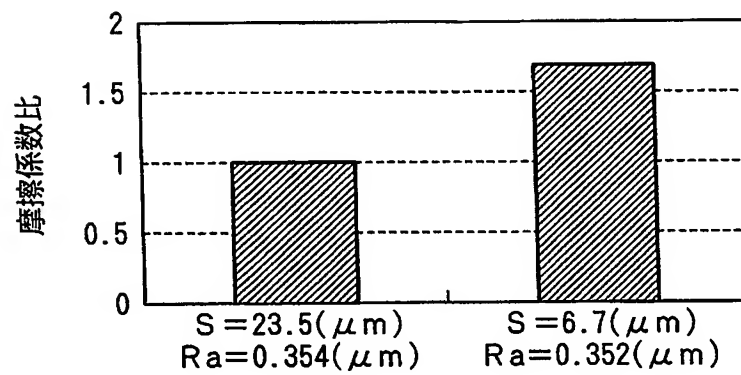
$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$



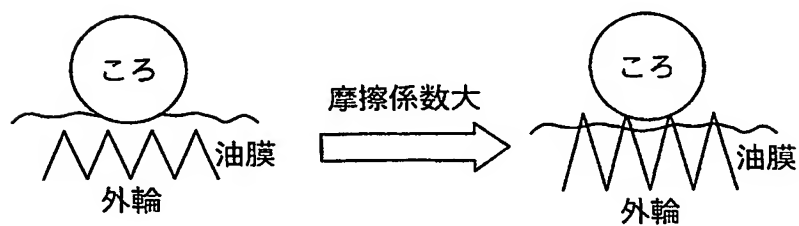
【図 7】



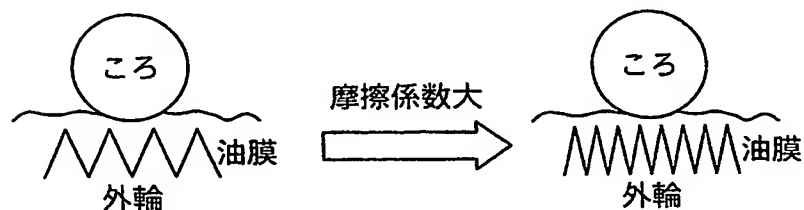
【図 8】



【図 9】

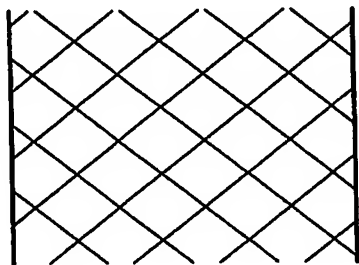


(a) 振幅方向の粗さを大きくする場合

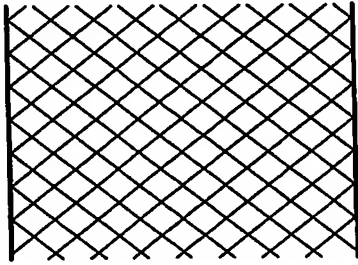


(b) 幅方向の粗さを大きくする場合

【図 10】

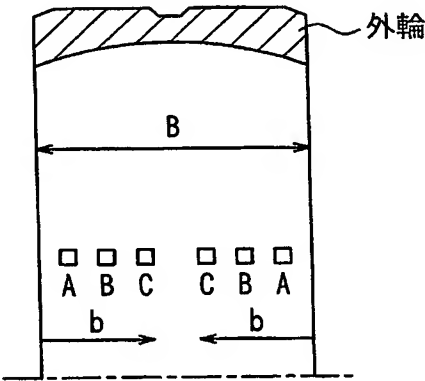


(a) S 大(摩擦係数小)

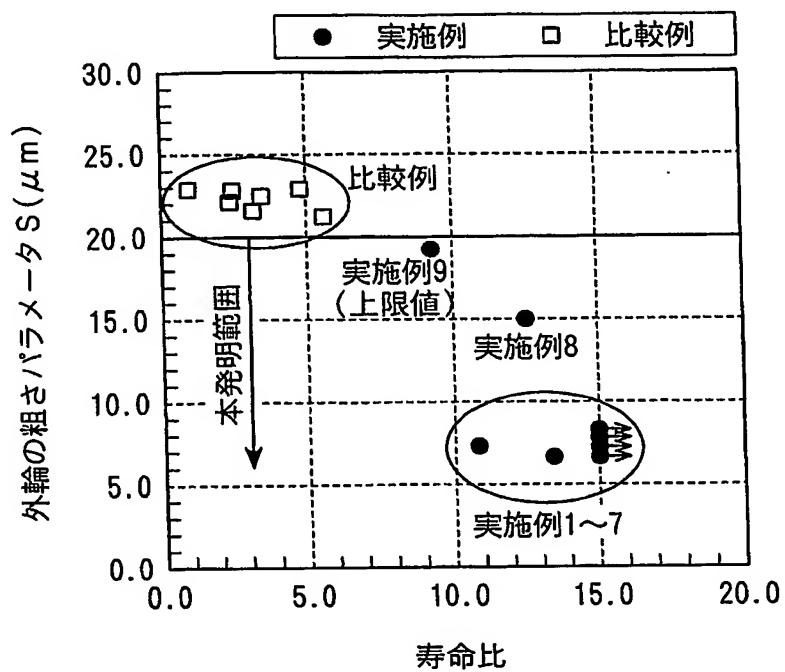


(b) S 小(摩擦係数大)

【図 11】



【図 12】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 ピーリング等の表面損傷による早期剥離を抑制して寿命の延長を図ることのできる自動調心ころ軸受を提供する。

【解決手段】 外輪 13 の内周面に形成された外輪軌道面 14 は、その粗さが内輪 11 の内輪軌道面 12 a, 12 b の粗さより粗くなっている。また、外輪軌道面 14 は砥石の回転軸を外輪の中心軸と平行にして研削する方法で研削加工された後、粗さの大きい砥石を外輪の軸方向に揺動させて超仕上げ加工されており、その軸方向及び円周方向の平均粗さ R_a は、外輪 13 の幅を B 、外輪 13 の両端面からの軸方向距離を b_1, b_2 としたとき、 $b_1 / (B/2) \leq 0.9$ 、 $b_2 / (B/2) \leq 0.9$ の領域で且つ $0.1\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ の測定範囲で $0.1\mu\text{m} \leq R_a \leq 0.5\mu\text{m}$ となっている。外輪軌道面の粗さパラメータ S は $0 < S \leq 20\mu\text{m}$ となっている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 8 5 6 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 0 4]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号
氏 名	日本精工株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017212

International filing date: 12 November 2004 (12.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-385608
Filing date: 14 November 2003 (14.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse